

## SOUND IMAGE LOCALIZATION DEVICE AND FILTER SETTING METHOD

Patent Number: JP8182097  
Publication date: 1996-07-12  
Inventor(s): KATAYAMA TAKASHI; TAMURA TADASHI; KAWAMURA AKIHISA; MATSUMOTO MASAHARU; OGAWA MASAKO  
Applicant(s):: MATSUSHITA ELECTRIC IND CO LTD  
Requested Patent: ☐ JP8182097  
Application Number: JP19940318269 19941221  
Priority Number (s):  
IPC Classification: H04S7/00 ; H04R5/02 ; H04S1/00  
EC Classification:  
Equivalents:

### Abstract

**PURPOSE:** To realize the frequency characteristic equal to that of a conventional method by combining an IIR filter means and an arithmetic means so as to adopt a hybrid structure thereby using an arithmetic means with fewer number of taps than that of the conventional method.

**CONSTITUTION:** The device is provided with a position relation entry means 13 entering a position relation between a listener 8 and an imaginary sound image 7, a filter section 3 providing an output of a control signal to localize the imaginary sound image at the position based on the position information from the position relation entry means 13 and control speakers 6-1, 6-2 emitting a control signal to a prescribed area, and the filter section is provided with an IIR filter means that receives position information of the imaginary sound image and applies filter processing with a prescribed frequency characteristic (a) and with an arithmetic means that receives a 1st processing signal, conducts convolution processing between the 1st processing signal and a transfer function having a prescribed frequency characteristic (b) and providing an output of a 2nd processing signal. The frequency characteristics a, b are decided based on the position of the imaginary sound image.

Data supplied from the esp@cenet database - I2

Best Available Copy

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平8-182097

(43) 公開日 平成8年(1996)7月12日

(51) Int.Cl. <sup>8</sup>	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
H 0 4 S 7/00		F		
H 0 4 R 5/02		G		
H 0 4 S 1/00		K		
// H 0 3 H 17/04		A 8842-5 J		
21/00		8842-5 J		

審査請求 未請求 請求項の数31 O L (全 17 頁)

(21) 出願番号 特願平6-318269

(22) 出願日 平成6年(1994)12月21日

(71) 出願人 000005821

松下電器産業株式会社

大阪府門真市大字門真1006番地

(72) 発明者 片山 崇

大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器  
産業株式会社内

(72) 発明者 田村 忠司

大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器  
産業株式会社内

(72) 発明者 川村 明久

大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器  
産業株式会社内

(74) 代理人 弁理士 小鍛冶 明 (外2名)

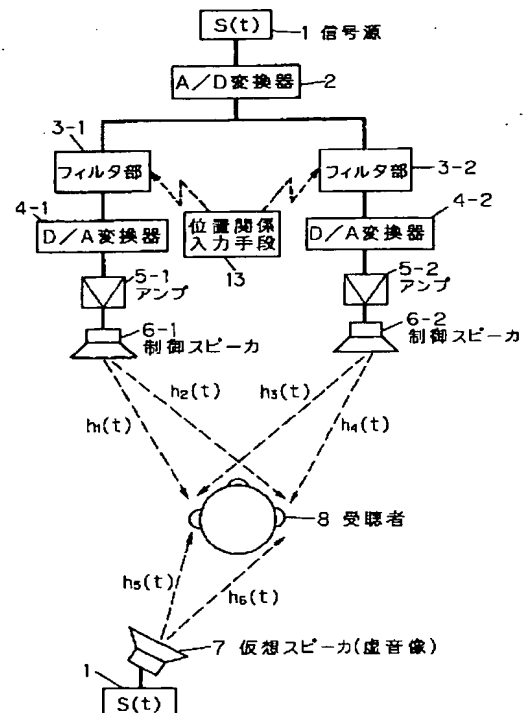
最終頁に続く

## (54) 【発明の名称】 音像定位装置及びフィルタ設定方法

## (57) 【要約】

【構成】 受聴者8と虚音像7の位置関係を入力する位置関係入力手段13と、位置関係入力手段13からの位置情報に基づいて、該位置に虚音像を定位させる制御信号を出力するフィルタ部3と、制御信号を所定の領域に放射する制御スピーカ6-1、6-2を備え、フィルタ部は、虚音像の位置情報を受け取り、所定の周波数特性aによってフィルタ処理して第1の処理信号を出力するIIRフィルタ手段と、第1の処理信号を受け取り、該第1の処理信号と所定の周波数特性bをもつ伝達関数との畳み込み処理を行い、第2の処理信号を出力する演算手段とを備えている。該所定の周波数特性a及びbは、虚音像の位置情報に基づいて定められる。

【効果】 IIRフィルタ手段11と演算手段12を組み合わせ、ハイブリッド構成をとることにより、従来方式よりも少ないタップ数の演算手段で、従来方式同等の周波数特性を実現できる。



## 【特許請求の範囲】

【請求項 1】受聴者と虚音像の位置関係を入力する位置関係入力手段と、デジタル音響信号を受け取り、前記位置関係入力手段からの位置情報に基づいて、該位置に虚音像を定位させる制御信号を出力するフィルタ部と、前記フィルタ部からの出力信号をアナログ信号に変換する D/A 変換器と、前記 D/A 変換器の出力を増幅するアンプと、前記アンプで増幅された制御信号を所定の領域に放射する制御スピーカとを備えた音像定位装置であって、

該フィルタ部は、虚音像の位置情報を受け取り、所定の周波数特性 (a) によってフィルタ処理して第 1 の処理信号を出力する IIR フィルタ手段と、該第 1 の処理信号を受け取り、該第 1 の処理信号と所定の周波数特性

(b) をもつ伝達関数との畳み込み処理を行い第 2 の処理信号を出力する演算手段とを備えており、

該所定の周波数特性 (a) 及び該所定の周波数特性

(b) は、前記虚音像の位置情報に基づいて定められ、前記フィルタ部、前記 D/A 変換器、前記アンプ、及び前記制御スピーカを少なくとも 2 セット備えたことを特徴とする音像定位装置。

【請求項 2】前記 IIR フィルタ手段の所定の周波数特性 (a) は、第 1 の周波数領域において、前記虚音像を実現する制御スピーカと受聴者との間の伝達関数と実質的に一致している請求項 1 記載の音像定位装置。

【請求項 3】前記演算手段の所定の周波数特性 (b) は、第 2 の周波数領域において、前記虚音像を実現する制御スピーカと受聴者との間の伝達関数と実質的に一致している請求項 1 記載の音像定位装置。

【請求項 4】前記第 1 の周波数領域は前記制御スピーカの最低共振周波数以下の領域である請求項 2 記載の音像定位装置。

【請求項 5】前記第 2 の周波数領域は前記制御スピーカの最低共振周波数以上の領域である請求項 3 記載の音像定位装置。

【請求項 6】受聴者と虚音像の位置関係を入力する位置関係入力手段と、デジタル音響信号を受け取り、前記位置関係入力手段からの位置情報に基づいて、該位置に虚音像を定位させる制御信号を出力するフィルタ部と、前記フィルタ部からの出力信号をアナログ信号に変換する D/A 変換器と、前記 D/A 変換器の出力を増幅するアンプと、前記アンプで増幅された制御信号を所定の領域に放射する制御スピーカとを備えた、虚音像を定位させる音像定位装置であって、

該フィルタ部は、虚音像の位置情報を受け取り、所定の周波数特性 (a) によってフィルタ処理して第 1 の処理信号を出力する IIR フィルタ手段と、虚音像の位置情報を受け取り、所定の周波数特性 (b) をもつ伝達関数との畳み込み処理を行い第 2 の処理信号を出力する演算手段と、前記第 1 の処理信号と前記第 2 の処理信号を加算

して出力する加算器とを備えており、

該所定の周波数特性 (a) 及び該所定の周波数特性

(b) は、前記虚音像の位置情報に基づいて定められ、前記フィルタ部、前記 D/A 変換器、前記アンプ、及び前記制御スピーカを少なくとも 2 セット備えたことを特徴とする音像定位装置。

【請求項 7】前記 IIR フィルタ手段の所定の周波数特性 (a) と前記演算手段の所定の周波数特性 (b) との和は、第 1 の周波数領域において、前記虚音像を実現する制御スピーカと受聴者との間の伝達関数と実質的に一致している請求項 6 記載の音像定位装置。

【請求項 8】前記 IIR フィルタ手段の所定の周波数特性 (a) と前記演算手段の所定の周波数特性 (b) との和は、第 2 の周波数領域において、前記虚音像を実現する制御スピーカと受聴者との間の伝達関数と実質的に一致している請求項 6 記載の音像定位装置。

【請求項 9】前記第 1 の周波数領域は前記制御スピーカの最低共振周波数以下の領域である請求項 7 記載の音像定位装置。

【請求項 10】前記第 2 の周波数領域は前記制御スピーカの最低共振周波数以上の領域である請求項 8 記載の音像定位装置。

【請求項 11】受聴者と虚音像の位置関係を入力する位置関係入力手段と、デジタル音響信号を受け取り、前記位置関係入力手段からの位置情報に基づいて、該位置に虚音像を定位させる制御信号を出力するフィルタ部と、前記フィルタ部からの出力信号をアナログ信号に変換する D/A 変換器と、前記 D/A 変換器の出力を増幅するアンプと、前記アンプで増幅された制御信号を所定の領域に放射する制御スピーカとを備えた、複数の虚音像を定位させる音像定位装置であって、

該フィルタ部は、虚音像の位置情報を受け取り、所定の周波数特性 (a) によってフィルタ処理して第 1 の処理信号を出力する IIR フィルタ手段と、該第 1 の処理信号を受け取り、該第 1 の処理信号と所定の周波数特性

(b) をもつ伝達関数との畳み込み処理を行い、第 2 の処理信号を出力する演算手段と、該 IIR フィルタ手段と該演算手段は虚音像数に相当する数を各々有し、該演算手段の処理信号をすべて加算する加算器とを備えており、

該所定の周波数特性 (a) 及び該所定の周波数特性

(b) は、虚音像の位置情報に基づいて定められ、前記フィルタ部、前記 D/A 変換器、前記アンプ、及び前記制御スピーカを少なくとも 2 セット備えたことを特徴とする音像定位装置。

【請求項 12】前記 IIR フィルタ手段の所定の周波数特性 (a) は、第 1 の周波数領域において、前記虚音像を実現する制御スピーカと受聴者との間の伝達関数と実質的に一致している請求項 11 記載の音像定位装置。

【請求項 13】前記演算手段の所定の周波数特性 (b)

は、第 2 の周波数領域において、前記虚音像を実現する制御スピーカと受聴者との間の伝達関数と実質的に一致している請求項 1 1 記載の音像定位装置。

【請求項 1 4】前記第 1 の周波数領域は前記制御スピーカの最低共振周波数以下の領域である請求項 1 2 記載の音像定位装置。

【請求項 1 5】前記第 2 の周波数領域は前記制御スピーカの最低共振周波数以上の領域である請求項 1 3 記載の音像定位装置。

【請求項 1 6】受聴者と虚音像の位置関係を入力する位置関係入力手段と、ディジタル音響信号を受け取り、前記位置関係入力手段からの位置情報に基づいて、該位置に虚音像を定位させる制御信号を出力するフィルタ部と、前記フィルタ部からの出力信号をアナログ信号に変換する D/A 変換器と、前記 D/A 変換器の出力を増幅するアンプと、前記アンプで増幅された制御信号を所定の領域に放射する制御スピーカとを備えた、複数の虚音像を定位させる音像定位装置であって、  
該フィルタ部は、虚音像の位置情報を受け取り、所定の周波数特性 (a) によってフィルタ処理して第 1 の処理信号を出力する IIR フィルタ手段と、該第 1 の処理信号を受け取り、該第 1 の処理信号と所定の周波数特性

(b) をもつ伝達関数との畳み込み処理を行い、第 2 の処理信号を出力する演算手段と、該演算手段は虚音像数に相当する数、該 IIR フィルタ手段は 1 つ以上多くとも虚音像に相当する数より 1 少ない数を有し、該演算手段の処理信号をすべて加算する加算器とを備えており、  
該所定の周波数特性 (a) 及び該所定の周波数特性

(b) は、虚音像位置情報に基づいて定められ、前記フィルタ部、前記 D/A 変換器、前記アンプ、及び前記制御スピーカを少なくとも 2 セット備えたことを特徴とする音像定位装置。

【請求項 1 7】請求項 1 6 記載の音像定位装置に用いられるフィルタの設定方法であって、前記 IIR フィルタ手段の周波数特性 (a) を、第 1 の周波数領域において、第 1 の角度の虚音像を実現する伝達関数と、第 1 の角度の虚音像の周辺の所定の範囲に配置されたすべての虚音像を実現する伝達特性との周波数特性が実質的に一致するように設定することを特徴とするフィルタ設定方法。

【請求項 1 8】前記所定の範囲は、前記第 1 の角度の虚音像に対し、前記所定の範囲内に配置された虚音像が、受聴者を中心とする同心円上で所定の位置に隣接する範囲である請求項 1 7 記載のフィルタ設定方法。

【請求項 1 9】前記所定の位置は、前記第 1 の角度の虚音像に対し、受聴者から見た角度差が 30 度以内の範囲である請求項 1 8 記載のフィルタ設定方法。

【請求項 2 0】請求項 1 6 記載の音像定位装置に用いられるフィルタの設定方法であって、前記 IIR フィルタ手段の周波数特性 (a) を、第 1 の周波数領域において、第 2 の角度の範囲にあるすべての虚音像を実現する伝達

特性の周波数特性が、前記第 2 の角度の範囲にある任意の虚音像を実現する伝達特性と実質的に一致するように設定することを特徴とするフィルタ設定方法。

【請求項 2 1】前記第 2 の角度の範囲は、受聴者の正面前方を 0 度とした場合、45 度から 135 度の範囲、または -45 度から -135 度の範囲であることを特徴とする請求項 2 0 記載のフィルタ設定方法。

【請求項 2 2】前記第 1 の周波数領域は前記制御スピーカの最低共振周波数以下の領域である請求項 1 7 または請求項 2 0 記載のフィルタ設定方法。

【請求項 2 3】前記演算手段の所定の周波数特性 (b) は、第 2 の周波数領域において、前記虚音像を 1 つ実現する制御スピーカと受聴者との間の伝達関数と実質的に一致している請求項 1 6 記載の音像定位装置。

【請求項 2 4】前記第 2 の周波数領域は前記制御スピーカの最低共振周波数以上の領域である請求項 2 3 記載の音像定位装置。

【請求項 2 5】受聴者と虚音像の位置関係を入力する位置関係入力手段と、ディジタル音響信号を受け取り、前記位置関係入力手段からの位置情報に基づいて、該位置に虚音像を定位させる制御信号を出力するフィルタ部と、前記フィルタ部からの出力信号をアナログ信号に変換する D/A 変換器と、前記 D/A 変換器の出力を増幅するアンプと、前記アンプで増幅された制御信号を所定の領域に放射する制御スピーカとを備えた、複数の音像を定位させる音像定位装置であって、  
該フィルタ部は、虚音像の位置情報を受け取り、所定の周波数特性 (a) によってフィルタ処理して第 1 の処理信号を出力する IIR フィルタ手段と、該第 1 の処理信号を受け取り該第 1 の処理信号と、所定の周波数特性

(b) をもつ伝達関数との畳み込み処理を行い、第 2 の処理信号を出力する演算手段と、該演算手段の処理信号をまとめて、制御スピーカの数に相当する数だけ出力する加算器とを備え、  
該演算手段は虚音像数と制御スピーカの積に相当する数、該 IIR フィルタ手段は 2 つ以上多くとも演算手段の数から 1 少ない数、該加算器は制御スピーカの数を備えており、

該演算手段と該 IIR フィルタ手段と該加算器の接続は、該演算手段はいずれか 1 つの該 IIR フィルタ手段に接続されており、またその出力はいずれか 1 つの該加算器に接続されており、各加算器には同数の該演算手段の出力が入力され、  
該所定の周波数特性 (a) 及び該所定の周波数特性

(b) は、虚音像の位置情報に基づいて定められ、前記 D/A 変換器、前記アンプ、及び前記制御スピーカを少なくとも 2 セット備えたことを特徴とする音像定位装置。

【請求項 2 6】請求項 2 5 記載の音像定位装置に用いられるフィルタの設定方法であって、前記 IIR フィルタ手

段の周波数特性 (a) は、第 1 の周波数領域において、第 1 の角度の虚音像を実現する伝達特性の周波数特性が、受聴者の正中面に対し第 1 の角度の虚音像と対称な第 2 の角度の所望の範囲にあるすべての虚音像を実現する伝達特性の周波数特性と実質的に一致していることを特徴とするフィルタ設定方法。

【請求項 27】前記所望の範囲は、前記第 2 の角度の虚音像に対し、受聴者を中心とする同心円上に位置し前記第 2 の角度の虚音像に隣接する範囲である請求項 26 記載のフィルタ設定方法。

【請求項 28】前記隣接する範囲は、前記第 2 の角度の虚音像に対し、受聴者から見た角度差が 30 度以内の範囲である請求項 27 に記載のフィルタ設定方法。

【請求項 29】前記第 1 の周波数領域は前記制御スピーカの最低共振周波数以下の領域である請求項 26 記載のフィルタ設定方法。

【請求項 30】前記演算手段の所定の周波数特性 (b) は、第 2 の周波数領域において、前記虚音像を 1 つ実現する制御スピーカと受聴者との間の伝達関数と実質的に一致している請求項 25 記載の音像定位装置。

【請求項 31】前記第 2 の周波数領域は前記制御スピーカの最低共振周波数以上の領域である請求項 30 記載の音像定位装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】本発明は、AV (オーディオ、ビデオ) 機器において、虚音像を実現する音像定位装置及びそれに用いられるフィルタの設定方法に関するものである。

【0002】

【従来の技術】近年、映像・音響・ゲーム分野においてはバーチャルリアリティを実現する機器の開発が望まれている。音響分野においては特に音場制御、音像制御等の技術が進歩してきており、実際にこれらの技術を実現する機器の開発も盛んに行われている。

【0003】図 1 は、従来における音像定位装置のブロック図であり、以下、図面を用いて説明する。

【0004】まず、受聴者の前方に置かれた制御スピーカ 6-1、6-2 を用いて受聴者の左後方に音像を定位させる方法について図 1 を用いて説明を行う。図 1 において、

$$R(t) = S(t) * h_6(t)$$

(但し、\* は畳込み演算を表わしている。)

【0011】(但し、\* は畳込み演算を表わしている。)と表される(実際は、スピーカ自身の伝達関数などが掛け合わされることとなるが、これは無視することとする、また制御スピーカ等の伝達関数が  $h_5(t)$ 、 $h_6(t)$  に含まれていると考えても良い)。

【0012】また、インパルス応答及び信号  $S(t)$  を、時間が離散的なデジタル信号として考え、それぞれ、

1 は入力信号  $S(t)$ 、2 は A/D 変換器、3-1、3-2 は信号処理手段 (以下、フィルタ部と呼ぶ)、4-1、4-2 は D/A 変換器、5-1、5-2 はアンプ、6-1、6-2 は制御スピーカである。

【0005】図 27 は、上記フィルタ部 3-1、3-2 のブロック図である。12 は入力信号とタップ係数を畳み込む演算手段、14 は演算手段 12 で畳み込むタップ係数を蓄えてある係数メモリ 15 から、位置関係入力手段 13 からの信号により、必要な係数を取り出すコントローラ、13 は受聴者と仮想スピーカの位置関係を入力する位置関係入力手段である。

【0006】以下、図 1、図 27 を用いて従来の音像定位装置について説明する。図 1 において、 $h_1(t)$  は制御スピーカ 6-1 と受聴者 8 の左耳の位置 (正確には制御スピーカ 6-1 にインパルスを入力した時の鼓膜の位置での応答であるが、測定を行う場合は耳道入口の位置で行う、以下同様) における頭部伝達関数 (以下、時間領域での説明を行うためインパルス応答と呼ぶ。但し、周波数領域で考えても同様の結果が得られる)、 $h_2(t)$  は、制御スピーカ 6-1 と受聴者 8 の右耳の位置におけるインパルス応答、 $h_3(t)$  は、制御スピーカ 6-2 と受聴者 8 の左耳の位置におけるインパルス応答、 $h_4(t)$  は、制御スピーカ 6-2 と受聴者 8 の右耳の位置におけるインパルス応答、1 はインパルス信号等の信号  $S(t)$  を発生する信号源、7 は受聴者の左後方に配置された仮想スピーカ、 $h_5(t)$  は、仮想スピーカ 7 と受聴者 8 の左耳の位置におけるインパルス応答、 $h_6(t)$  は、仮想スピーカ 7 と受聴者 8 の右耳の位置におけるインパルス応答である。なお、図 1、図 27 において同様の機能をもつものについては同じ番号で示している。

【0007】このような構成において、信号源 1 から信号  $S(t)$  を仮想スピーカ 7 から放射した場合、受聴者 8 の耳に到達する音は、左耳  $L(t)$  では、

【0008】

【数 1】

$$L(t) = S(t) * h_5(t)$$

【0009】右耳  $R(t)$  では、

【0010】

【数 2】

$$L(t) \rightarrow L(n)$$

$$R(t) \rightarrow R(n)$$

$$h_5(t) \rightarrow h_5(n)$$

$$h_6(t) \rightarrow h_6(n)$$

$$S(t) \rightarrow S(n)$$

( $n$  は実際は  $nT$  で、 $T$  はサンプリング時間を表すが一般的に  $T$  を省略して表記する。また、 $n$  は自然数であ

る。)と表すと、(数1)(数2)は次のようになる。

【0013】

【数3】

$$\begin{aligned} L(n) &= S(n) * h5(n) \\ &= \sum_{k=0}^{N-1} S(k) \cdot h5(n-k) \end{aligned}$$

【0014】

【数4】

$$\begin{aligned} R(n) &= S(n) * h6(n) \\ &= \sum_{k=0}^{N-1} S(k) \cdot h6(n-k) \end{aligned}$$

【0015】ここで、Nは、インパルス応答h5(n)、h6(n)の長さである。また、同様に信号S(t)がスピーカ6-1、6-2から放射されて、受聴者8に到達する音は、左耳L'(t)では、

【0016】

【数5】

$$\begin{aligned} L'(t) &= S(t) * hL(t) * h1(t) \\ &\quad + S(t) * hR(t) * h3(t) \end{aligned}$$

【0017】右耳R'(t)では、

【0026】

【数11】

$$\begin{aligned} R(n) &= R'(n) * h5(n) = hL(n) * h1(n) + hR(n) * h3(n) \\ &\quad + h6(n) = hL(n) * h2(n) + hR(n) * h4(n) \end{aligned}$$

【0029】となるので、スピーカ6-1とスピーカ6-2を用いて受聴者8に対して仮想スピーカ7の位置である左後方から聞こえるようにするためには、(数10)と(数12)を満たすように、hL(n)、hR(n)を決定すれば良い。例えば、(数10)、(数12)を周波数領域の表現で書き直すと、畳込み演算が乗算に代わり、後はそれぞれのインパルス応答をFFTして伝達関数にしたものになる。FIRフィルタの伝達関数2つ以外は測定により得られることから、FIRフィルタの伝達関数をこの2つの式から求めることができる。このようにして決定されたhL(n)、hR(n)を用い、制御スピーカ6-1からは信号S(n)とhL(n)とを、制御スピーカ6-2からは信号S(n)とhR(n)とを畳み込んだものを放射することにより、受聴者8は実際に後方の仮想スピーカ7を鳴らさなくても、後方から音が鳴っていると感じさせることが可能となる。

【0030】図27は、図1に示したフィルタ部3-1、3-2の内部ブロック図である。位置関係入力手段13により入力された位置に応じた係数を係数メモリ15からコントローラ14に設定し、この係数でもって入力信号と畳み込

【0018】

【数6】

$$\begin{aligned} R'(t) &= S(t) * hL(t) * h2(t) \\ &\quad + S(t) * hR(t) * h4(t) \end{aligned}$$

【0019】と表され、同様に、

【0020】

【数7】

$$\begin{aligned} L'(n) &= S(n) * hL(n) * h1(n) \\ &\quad + S(n) * hR(n) * h3(n) \end{aligned}$$

【0021】

【数8】

$$\begin{aligned} R'(n) &= S(n) * hL(n) * h2(n) \\ &\quad + S(n) * hR(n) * h4(n) \end{aligned}$$

【0022】となる。頭部伝達関数が等しければ音が同方向から聞こえるということを前提にする(この前提は一般的に正しい)と、

20 【0023】

【数9】

$$L(n) = L'(n)$$

【0024】のとき、

【0025】

【数10】

\* 【0027】のとき、

【0028】

【数12】

み演算手段12で畳み込み処理を行っている。

【0031】仮想音源を複数個同時に定位させる場合には、図28のように、フィルタ部3内の演算手段12-1a、12-2aを並列につなげることにより実現できる。

【0032】以上の信号処理を行うことにより、音像を任意の位置に定位する事が可能となる。

【0033】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら上記のような構成では、実際の頭部伝達関数を低周波数域から高周波数域まで実現するためには、非常に多くのFIRフィルタのタップが必要になる。タップ数が増大すると、ハードウェアの負担が大きくなり、実現化の妨げとなる。そのため、一般的には、タップ数を減らして音像定位を実現する方法が用いられている。しかし、頭部伝達関数の実現精度を保つためには、ある程度のタップ数が必要であるが、タップ数を削減すれば音像のぼけ、低音の劣化を招く恐れがある。また、ハードウェアで用いる、すべての角度の係数を蓄えるには、多くのメモリが必要であった。

【0034】本発明は、従来のこのような課題に鑑み、

従来のタップ数が多い演算器のみを用いる場合と同程度の定位感、音質を、低次のIIRフィルタ手段と、少ないタップの演算手段で実現できる音像定位装置を提供することを目的とするものである。また、同時に複数の音像定位を実現する音像定位装置において、従来のタップ数が多い演算器のみを用いる場合と同程度の定位感、音質を、低次のIIR フィルタ手段と、少ないタップの演算手段で実現し、更に複数のIIRフィルタ手段を1つにまとめてハードウェア規模を縮小できる音像定位装置、及び前記IIRフィルタをまとめるためのフィルタ設定方法を

#### 【0035】

【課題を解決するための手段】本発明は、以上の課題を解決するために、デジタル音響信号を所定の周波数特性によってフィルタ処理して制御信号を出力するIIR フィルタ手段と、その制御信号と音像定位用フィルタと畳み込み処理を行う演算手段とを備えたフィルタ部と、前記のIIR フィルタ手段と演算手段の係数を記憶しておく係数メモリと、受聴者と仮想スピーカの位置関係を入力する位置関係入力手段と、入力された位置関係をもとにフィルタ部に係数をセットするコントローラと、前記フィルタ部からの出力信号をアナログ信号に変換するD/A変換器と、D/A変換器の出力を増幅するアンプと、アンプの出力を所定の空間に放射する制御スピーカを主たる構成とし、第1に、本発明は上記フィルタ部を、デジタル音響信号を所定の周波数特性によってフィルタ処理して制御信号を出力するIIR フィルタ手段と、その制御信号と音像定位用フィルタと畳み込み処理を行う演算手段とを縦列に接続した構成とするものである。

【0036】また第2に、本発明は、上記フィルタ部を、デジタル音響信号を所定の周波数特性によってフィルタ処理して制御信号を出力するIIR フィルタ手段と、その制御信号と音像定位用フィルタと畳み込み処理を行う演算手段とを並列に接続した構成とするものである。

【0037】また第3に、本発明は、上記フィルタ部を、デジタル音響信号を所定の周波数特性によってフィルタ処理して制御信号を出力するIIR フィルタ手段と、その制御信号と音像定位用フィルタと畳み込み処理を行う演算手段とを直列に接続したフィルタを複数備えた構成とするものである。

【0038】また第4に、本発明は、上記第3の構成のフィルタ部の、所定の周波数 $f_0$ 以下の周波数領域で実質的に等しい伝達特性をもつ複数のIIR フィルタ手段をまとめた構成とするものである。

【0039】また第5に、本発明は、上記第4の構成のフィルタ部において、第1の角度の虚音像と、第1の角度の虚音像に隣接する角度の、所定の周波数 $f_0$ 以下の周波数領域で実質的に等しい伝達特性をもつ複数のIIR フィルタ手段をまとめる手法をとる。

【0040】また第6に、本発明は、上記第4の構成のフィルタ部で、第2の角度の範囲にある、すべての虚音像で、前記第2の角度の範囲内にある任意の角度の虚音像を実現する伝達特性と実質的に等しい伝達特性をもつ複数のIIR フィルタ手段をまとめる手法をとる。

【0041】また第7に、本発明は、上記第3の構成の複数のフィルタ部を一つのフィルタ部にまとめ、所定の周波数 $f_0$ 以下の周波数領域で実質的に等しい伝達特性をもつ複数のIIR フィルタ手段をまとめた構成とするものである。

【0042】また第8に、本発明は、上記第4の構成で、第1の角度の虚音像と、受聴者の正中面に対称な第2の角度、及びその第2の角度に隣接するすべての虚音像で、所定の周波数 $f_0$ 以下の周波数領域で実質的に等しい伝達特性をもつ複数のIIR フィルタ手段をまとめる手法をとる。

#### 【0043】

【作用】本発明の音像制御装置において、IIR フィルタ手段の周波数特性及び演算手段に設定される伝達関数の周波数特性は、虚音像から受聴者までの音響伝達特性に基づいて定める時、前記伝達特性の低周波数領域はIIR フィルタ手段によって実現（再現）され、高周波数領域は演算手段によって実現される。このように、IIR フィルタ手段と演算器とを組み合わせることにより、従来方式よりタップ長の短い演算器を用いて、虚音像を実現する音響伝達特性を正確に実現する。

【0044】また、本発明の音像制御装置において、複数の同じ周波数特性を持つIIR フィルタ手段を1つにまとめることにより、より規模の小さいハードウェアで従来同様の音像定位装置を実現できる。

#### 【0045】

【実施例】以下、本発明の実施例について図面を参照しながら説明する。

【0046】（実施例1）以下、本発明の第1の実施例による音像定位装置について図面を参照しながら説明する。なお、従来例と同様の機能のものについては、同じ番号及び記号で示している。

【0047】図1は、本発明の一実施例における音像定位装置の全体ブロック図であり、図2は本発明のフィルタ部に係わる部分のブロック図である。

【0048】図1において、入力信号 $S(t)$ が装置に入力され、A/D変換器2でデジタル信号に変換された後、信号処理手段であるフィルタ部3-1、3-2に入力される。入力信号がデジタルの場合は、入力信号 $S(t)$ を直接フィルタ部3-1、3-2に入力してもよい。

【0049】一方、位置関係入力手段13より、受聴者から見た虚音像7の位置情報をコントローラ14に入力する。位置情報は受聴者から見た音源の角度、距離及び高さを示すパラメータなどを入力する。位置関係入力手段13から入力された位置に応じ、コントローラ14は、係数

11

メモリ15からIIR フィルタ手段11及び演算手段12に、フィルタ係数を設定する。IIR フィルタ11の構成例を図3に示す。図3においては、バイクワッドの2段構成のIIR フィルタを用いている。31、32、33、34は遅延器、35、36、37、38、39は乗算器、40は加算器である。この場合、IIR フィルタ手段11の演算量は、FIR フィルタの十数タップ分の演算量と同等である。

【0050】IIR フィルタ手段11の周波数特性（伝達関数）は、虚音像7を実現させるためのフィルタ部3-1、3-2の伝達特性C（以後、目標特性と呼ぶ）と、所定の周波数 $f_0$ 以下の周波数において一致するように設定されている。この所定の周波数 $f_0$ は、制御スピーカ6-1、6-2の最低共振周波数であることが望ましい。図4に、本実施例における目標特性の例を示し、図5に、この目標特性に対するIIR フィルタ手段11の周波数特性の例を示す。図4及び図5からわかるように、IIR フィルタ手段11の周波数特性は、 $f_0$ 以下の範囲で目標特性に実質的に一致している。これにより、従来方式では多くのタップ数を用いなければ制御できなかった低音域を、本発明ではIIR フィルタ手段11を用いることにより、簡単にかつ忠実に再現することができる。

【0051】IIR フィルタ手段11によってフィルタリング処理された信号は演算手段12に入力される。演算手段12はFIR フィルタによって構成することができる。演算手段12を構成するFIR フィルタの例を図6に示す。61、62、63、64は遅延器、65、66、67、68は乗算器、69は加算器である。図7は、演算手段12の周波数特性 $C_f$ を示している。図4に示される目標特性Cと比較すると、所定の周波数 $f_0$ 以上の領域において、 $C_f$ はCと同様の周波数特性を再現していることがわかる。

【0052】図8に、目標特性のインパルス応答を示し、図9に本実施例における演算手段12で実現したインパルス応答の例を示す。図8及び図9から、従来の方式では演算手段12に必要な周波数特性はタップ数が128程度必要であったが、本実施例では32タップで実現できることが分かる。このような効果が得られるのは低周波数側の特性はIIR フィルタ手段11によって実現されるためである。

【0053】図10に、本実施例のフィルタ部3-1、3-2の周波数特性を示す。図10と目標特性の周波数応答を表す図4とを比較してみると、全周波数帯域において、図4と図10が正確に一致していることが確認できる。つまり、IIR フィルタ手段11と演算手段12を組み合わせることでハイブリッド構成をとることにより、従来方式よりも少ないタップ数の演算手段で、従来方式同様の周波数特性を実現できる。

【0054】このフィルタ部3-1、3-2からの出力信号をD/A変換器4-1、4-2に入力し、D/A変換器の出力信

12

号をアンプ5-1、5-2に入力する。このアンプ5-1、5-2の出力を制御用スピーカを用いて所定の領域に放射することにより、虚音像を仮想スピーカ7とした音像定位を実現することができる。

【0055】以上のように、IIR フィルタ手段11の周波数特性を上述のように設定し、IIRフィルタ手段11と演算手段12とを直列に接続したハイブリッド構成にすることにより、演算手段のタップ数を大幅に減少させても、音像定位を実現する伝達特性を正確に実現できる。従って、正確な制御信号を生成でき、従来の演算手段と同様の音像定位効果を得ることができる。このように、本実施例によれば、従来のタップ数が多い演算器のみを用いる場合と同程度の定位感、音質を、低次のIIRフィルタ手段と、少ないタップの演算手段で実現できる。

【0056】なお、本実施例では、フィルタ部、D/A変換器、アンプ、制御用スピーカを各々2個ずつ、すなわち2セット用いているが、本発明はこれに限られるものではなく、3セット以上用いた場合は2セットの場合以上の効果を出すことが可能である。また、本実施例ではIIR フィルタ手段11の構成をバイクワッド2段構成としたが、これに限らず所望の特性に応じて3段等に変更しても同等の効果を得ることができる。

【0057】（実施例2）以下、本発明の第2の実施例による音像定位装置について図面を参照しながら説明する。なお、従来例及び（実施例1）と同様の機能のものについては、同じ番号及び記号で示している。

【0058】図1は本実施例における音像定位装置の全体ブロック図であり、図11は本発明に係わるフィルタ部のブロック図である。

【0059】図1において、入力信号 $S(t)$ がフィルタ部3-1、3-2に入力されるまでは、（実施例1）と同様である。

【0060】図1におけるフィルタ部3-1、3-2は図11に示すように、IIR フィルタ手段11と、演算手段12と、IIR フィルタ手段11の出力と演算手段12の出力を加算する加算器16から成り立っており、IIR フィルタ手段11と演算手段12とは並列に接続されている。

【0061】一方、位置関係入力手段13より、受聴者から見た虚音像7の位置情報をコントローラ14に入力す

る。位置情報は受聴者から見た音源の角度、距離及び高さを示すパラメータなどを入力する。位置関係入力手段13から入力された位置に応じ、コントローラ14は、係数メモリ15からIIR フィルタ手段11及び畳み込み処理手段12にフィルタ係数を設定する。IIR フィルタ手段11は（実施例1）と同様に図3の構成にて実現できる。本実施例においては、バイクワッドの2段構成のIIR フィルタを用いている。31、32、33、34は遅延器、35、36、37、38、39は乗算器、40は加算器である。この場合、IIR フィルタ手段11の演算量は、FIR フィルタの十数タップ分の演算量と同等である。演算手



段12はFIR フィルタによって構成することができる。演算手段12を構成するFIR フィルタの一例を図6に示す。

61、62、63、64は遅延器、65、66、67、68は乗算器、69は加算器である。IIR フィルタ手段11と演算手段12の出力を加算器16において加算し、フィルタ部3-1、3-2の出力とする。

【0062】IIR フィルタ手段11の周波数特性（伝達関数）と演算手段12の周波数特性の和は、虚音像7を実現させるためのフィルタ部3-1、3-2の伝達特性C（以後、目標特性と呼ぶ）と一致するように設定されている。ただし、所定の周波数 $f_0$ 以下の周波数領域は、演算手段を用いて実現すると非常に多くのタップが必要になる。そこで本実施例では、所定の周波数 $f_0$ 以下の周波数領域をIIR フィルタ手段11で主に実現し、所定の周波数 $f_0$ 以上の周波数領域は主に演算手段12において実現されるように設定する。この所定の周波数 $f_0$ は、制御スピーカ6-1、6-2の最低共振周波数であることが望ましい。

【0063】図4に、本実施例における目標特性の例を示し、図12に、この目標特性に対するIIR フィルタ手段11の周波数特性の例を、図13に、この目標特性に対する演算手段12の周波数特性の例を、図14に、IIR フィルタ手段11の周波数特性と演算手段12の周波数特性の和を示す。図4と図14を比較してみると、全周波数帯域において、図4と図14が正確に一致していることが確認できる。

【0064】図8に、目標特性のインパルス応答の例を示し、図9に本実施例における演算手段12に必要なインパルス応答の例を示す。図8及び図9から、従来の方式では演算手段12に必要な周波数特性はタップ数が128程度必要であったが、本実施例では32タップで実現できることが分かる。これは低周波数側の特性は主にIIR フィルタ手段11によって実現されるためである。これにより、従来方式では多くのタップ数を用いなければ制御できなかった低音域を、本実施例ではIIR フィルタ手段11を用いることにより、少ないタップ数で、簡単にかつ忠実に再現することができる。つまり、IIR フィルタ手段11と演算手段12を組み合わせ、並列構成をとることにより、従来方式よりも少ないタップ数の演算手段で、従来方式同様の周波数特性を実現を可能にしている。

【0065】フィルタ部3-1、3-2からの出力信号をD/A変換器4-1、4-2に入力し、D/A変換器の出力信号をアンプ5-1、5-2に入力する。このアンプ5-1、5-2の出力を制御用スピーカを用いて、所定の領域に放射する事により、虚音像を仮想スピーカ7とした音像定位を実現することができる。

【0066】以上のように、IIR フィルタ手段11の周波数特性を上述のように設定し、IIRフィルタ手段11と演算手段12とを並列に接続し、IIR フィルタ手段11と演算手段12の出力を加算する構成にすることにより、演算手段のタップ数を大幅に減少させても、音像定位を実現す

る伝達特性を正確に実現できる。従って、正確な制御信号を生成でき、従来の演算手段と同様の音像定位効果を得ることができる。このように、本実施例によれば、従来のタップ数が多い演算器のみを用いる場合と同程度の定位感、音質を、低次のIIRフィルタ手段と、少ないタップの演算手段で実現できる。

【0067】なお、本実施例では、フィルタ部、D/A変換器、アンプ、制御用スピーカを各々2個ずつ、すなわち2セット用いているが、本発明はこれに限られるものではなく、3セット以上用いた場合には2セットの場合以上の効果を出すことが可能である。

【0068】（実施例3）以下、本発明の第3の実施例による虚音像を複数同時に定位させる、音像定位装置について図面を参照しながら説明する。

【0069】従来例、及び（実施例1）（実施例2）と同様の機能のものについては、同じ番号及び記号で示している。

【0070】図15は、受聴者から見て同心円上で隣接した位置に、虚音像を2個同時に定位させるための本発明の実施例に係る音像定位装置の全体ブロック図であり、図16は本実施例のフィルタ部に係わるブロック図である。

【0071】図15において、入力信号 $S(t)$ は、A/D変換器2でデジタル信号に変換された後、信号処理手段であるフィルタ部3-1、3-2に入力される。入力信号がデジタルの場合は、入力信号 $S(t)$ を直接フィルタ部3-1、3-2に入力する。

【0072】一方、位置関係入力手段13より、受聴者から見た虚音像7-1、7-2の位置を入力する。本実施例では2カ所の虚音像を用いているが、本発明はこれに限られるものではなく、2カ所以上の場合でも同様の処理手段を用いて処理が可能である。フィルタ部3-1、3-2は、図16に示すように2つの虚音像を実現するために、IIR フィルタ手段と演算手段が2セット並列に備えられている。

【0073】入力された虚音像7-1、7-2の位置関係に応じて、係数メモリ15からコントローラ14により、虚音像7-1に相当するフィルタ係数をIIR フィルタ手段11-1及び畳み込み処理を行う演算手段12-1に、また虚音像7-2に相当するフィルタ係数をIIRフィルタ手段11-2及び畳み込み処理を行う演算手段12-2に設定する。IIR フィルタ手段11-1、11-2の構成は上述した実施例と同様に、図3に示す構成で実現できる。図3においては、バイクワッドの2段構成のIIR フィルタを用いている。31、32、33、34は遅延器、35、36、37、38、39は乗算器、40は加算器である。この場合、IIR フィルタ手段11-1、11-2の演算量は、FIR フィルタの十数タップ分の演算量と同等である。

【0074】IIR フィルタ手段11-1、11-2の周波数特性（伝達関数）は、虚音像7-1、7-2を実現させるためのフ

フィルタ部の伝達特性 C1、C2（以後、目標特性 C1、C2 と呼ぶ）と、所定の周波数  $f_0$  以下の周波数において一致するように設定されている。この所定の周波数  $f_0$  は、制御スピーカ 6-1、6-2 の最低共振周波数であることが望ましい。図 17 に本実施例における目標特性の例を示し、図 18 (a) に、この目標特性に対する IIR フィルタ手段 11-1 の周波数特性の例を、図 18 (b) に、目標特性に対する IIR フィルタ手段 11-2 の周波数特性の例を示す。図 17 及び図 18 からわかるように、IIR フィルタ手段 11-1、11-2 の周波数特性は、 $f_0$  以下の範囲で目標特性 C1、C2 に実質的に一致している。これにより、従来方式では多くのタップ数を用いなければ制御できなかった低音域を、本実施例では、IIR フィルタ手段 11-1、11-2 を用いることにより、簡単にかつ忠実に再現することができる。

【0075】IIR フィルタ手段 11 によってフィルタリング処理された信号は演算手段 12-1、及び演算手段 12-2 に入力される。演算手段 12-1、12-2 は FIR フィルタによって構成することができる。演算手段 12-1、12-2 を構成する FIR フィルタの例を図 6 に示す。61、62、63、64 は遅延器、65、66、67、68、は乗算器、69 は加算器である。図 20 (a) は演算手段 12-1 の周波数特性の例 C f1 を、及び図 20 (b) は演算手段 12-2 の周波数特性の例 C f2 を示している。図 17 と図 20 において、目標特性 C1 と C f1、C2 と C f2 を比較すると、所定の周波数  $f_0$  以上の領域において、C f1 は C1 と、C f2 は C2 と同様の周波数特性を再現していることがわかる。

【0076】図 8 に、目標特性のインパルス応答の例を示し、図 9 に本実施例における演算手段 12-1 に必要なインパルス応答の例を示す。図 8 及び図 9 から、従来の方式では、演算手段 12-1 で必要な周波数特性を実現するにはタップ数が 128 程度必要であったが、本実施例では 32 タップで実現できることが分かる。これは低周波数側の特性は IIR フィルタ手段 11 によって実現されるためである。

【0077】図 21 に、フィルタ部 3-1 の演算手段 12-1 及び演算手段 12-2 の出力の周波数特性の例を示す。図 21 と目標特性の周波数応答を表す図 17 とを比較してみると、全周波数帯域において、図 17 と図 21 が正確に一致していることが確認できる。つまり、IIR フィルタ手段 11 と演算手段 12-1、12-2 を組み合わせて、ハイブリッド構成をとることにより、従来方式よりも少ないタップ数の演算手段で、従来方式同様の周波数特性を実現できる。

【0078】このフィルタ部 3-1、3-2 からの出力信号を D/A 変換器 4-1、4-2 に入力し、D/A 変換器の出力信号をアンプ 5-1、5-2 に入力する。このアンプ 5-1、5-2 の出力を制御用スピーカを用いて、所定の領域に放射する事により、虚音像を仮想スピーカ 7-1、7-2 とした音像定

位を実現することができる。

【0079】以上のように、IIR フィルタ手段 11 の周波数特性を上述のように設定し、IIR フィルタ手段 11 と演算手段 12-1、12-2 とを直列に接続したハイブリッド構成にすることにより、演算手段のタップ数を大幅に減少させても、音像定位を実現する伝達特性を正確に実現できる。従って、正確な制御信号を生成でき、従来の演算手段と同様の音像定位効果を得ることができる。

【0080】虚音像 7-1、7-2 の位置を図 15 に示すような、受聴者 8 から見て、隣接する位置においた場合、IIR フィルタ手段 11-1、11-2 の周波数特性は、所定の周波数  $f_0$  以下の周波数領域において、図 18 (a)、(b) のようにほぼ等しい特性になる。この場合、IIR フィルタ手段 11-1 及び 11-2 を 1 つにまとめても特性上全く問題ない。そのため、フィルタ部を図 19 のように、図 16 の IIR フィルタ手段 11-1、11-2 を一つにまとめ、IIR フィルタ手段 11 とし、この IIR フィルタ手段 11 に、2 つの演算手段 12-1、12-2 を並列接続した演算手段とを縦続接続した構成に置き換える。この置き換えにより、図 16 に示す 2 つの IIR フィルタ手段を備えたフィルタ部を備えた構成と同様の周波数特性を保ちつつ、回路の規模を更に縮小することができる。

【0081】まとめる事ができる IIR フィルタ手段の判定法の例を図 26 に示す。図 26 では、所定の周波数  $f_0$  以下で IIR フィルタ手段の周波数特性の傾きを調べる。IIR フィルタ手段の周波数特性の傾きが、目標特性 C の傾きの平均値から所定の範囲内にあるかどうかを判定し、所定の値以内の場合は IIR フィルタ手段をまとめても問題ない。図 26 の例では前記所定の値を  $\pm 6$  dB とした場合である。図 26 の周波数特性 (a)、(b) において、IIR フィルタ手段の周波数特性の傾きが、目標特性の傾きの平均値から、所定の範囲内にある (a) はまとめる事ができるが、所定の範囲から外れている (b) はまとめる事ができないことを意味する。なお、上記判定法では前記所定の値を  $\pm 6$  dB としたが、本発明はこれに限定されず、システムによってこの所定の値を変化させてももちろんかまわない。

【0082】また、本実施例では受聴者から見て同心円上にある、隣接した 2 つの虚音像の場合を示しているが、本発明はこれに限られるものではなく、全方向において同様の処理を行う事ができる。また、受聴者の正面前方を 0 度とした場合（以下、角度はこの 0 度を基準とする）、45 から 135 度、または -45 度から -135 度までの範囲にある、虚音像を実現する伝達関数の周波数特性であれば、所定の周波数  $f_0$  以下の周波数領域において、IIR フィルタ手段 11 の特性はほぼ同じになる。この場合も上記同様、IIR フィルタ手段 11-1、11-2 を 1 つにまとめる事ができる。

【0083】また、上記範囲外にある虚音像を実現する伝達関数の周波数特性で、所定の周波数  $f_0$  以下の周波数

領域においてIIR フィルタ手段の周波数特性が等しい場合も、上記同様、周波数特性の等しいIIR フィルタ手段を一つにまとめる事ができる。

【0084】以上のように、所定の周波数 $f_0$ 以下の周波数領域において、実質的に等しい周波数特性を持つ、複数のIIR フィルタ手段を一つにまとめる事により、従来方式、及び従来方式のフィルタ部を、IIRフィルタ手段と、従来よりも短いタップ数の演算手段との縦続接続の構成に換えた上記実施例の場合よりも、更に規模を縮小する事ができる。特に隣接した角度、及び45度から135

度、または-45度から-135度の範囲内にある、虚音像を実現する伝達特性の周波数応答は、所定の周波数 $f_0$ 以下の周波数でほぼ等しくなるので、IIR フィルタ手段をまとめる事が可能である。

【0085】なお本実施例では、IIRフィルタ手段と演算手段の縦続接続構成の場合を示しているが、(実施例2)に示したような、IIRフィルタ手段と演算手段を並列接続した構成を用いても同様の効果を得る事ができる。

【0086】(実施例4)以下、本発明の第4の実施例に係る、受聴者の正中面に対称な位置の虚音像を複数同時に定位させる音像定位装置について図面を参照しながら説明する。なお、従来施例、及び(実施例1)(実施例2)(実施例3)と同様の機能のものについては、同じ番号及び記号で示している。

【0087】図22は、本実施例の、虚音像を受聴者の正中面を対称軸として、左右前方に2個同時に定位させる音像定位装置の全体ブロック図である。このような場合において、図23は従来方式のフィルタ部を適用した構成図、図24及び図25は本実施例のフィルタ部のブ

ロック図である。

【0088】図22において、フィルタ部3の構成及び処理以外は、(実施例3)と同様である。本実施例では2カ所の虚音像を用いているが、本発明はこれに限られるものではなく、3カ所以上の場合でも同様の処理手段を用いて処理が可能である。

【0089】図23において、フィルタ部3は、2つの虚音像を実現するために、4つの演算手段12-1a、12-2a、12-3a、12-4aが備えられている。それぞれのフィルタは、図22において、演算手段12-1aが $h_5(t)$ を、演算手段12-2aが $h_7(t)$ を、演算手段12-3aが $h_6(t)$ を、演算手段12-4aが $h_8(t)$ を、実現する構成になっている。本発明では、(実施例1)に示す手法により、図23のフィルタ部を図24のようにIIR フィルタ手段11-1、11-2、11-3、11-4及び、従来方式よりタップ数が少ない演算手段12-1、12-2、12-3、12-4で置き換える事ができる。

【0090】また、この場合も(実施例3)と同様に、実質的に同等なIIR フィルタ手段を一つにまとめる事ができる。ただし、図22のように、受聴者の正中面に対し、対称な位置に虚音像が位置している時、伝達関数的

には、

$$h_5(t) \rightleftharpoons h_8(t)$$

$$h_6(t) \rightleftharpoons h_7(t)$$

となることが知られている(これは一般的に正しい)。

【0091】つまり、この場合、IIR フィルタ手段11-1と11-4、11-2と11-3とは、実質的に等しくなる。この場合のフィルタ部を簡略化した構成を図25に示す。

【0092】このように、異なった制御スピーカから出力される、フィルタ部の伝達関数でも、所定の周波数 $f_0$ 以下の周波数領域で、虚音像を実現するための伝達関数の周波数特性が等しい場合は、図25のように、特性の等しいIIR フィルタ手段を一つにまとめることにより、従来方式、及び従来方式のフィルタ部を、IIRフィルタ手段と、従来よりも短いタップ数の演算手段との縦続接続の構成に変えた場合よりも、更にハードウェアの規模を縮小する事ができる。また、(実施例3)で示したように、隣接する角度の虚音像を実現する伝達特性は、所定の周波数 $f_0$ 以下の周波数領域で実質的に等しくなるので、受聴者の正中面に対称な位置の虚音像に隣接する虚音像を実現する場合でも、同様の処理を行うことにより、ハードウェアの規模の縮小を行う事ができる。

【0093】なお、本実施例では、IIRフィルタ手段と演算手段との縦続接続構成の場合を示しているが、(実施例2)に示したような、IIRフィルタ手段と演算手段とを並列接続した構成を用いても同様の効果を得る事ができる。

#### 【0094】

【発明の効果】以上のように、本発明によれば、IIR フィルタ手段と演算手段を縦列接続したハイブリッド構成、または並列接続した構成をとる方式において、従来よりも少ないタップ数の演算手段を用いることができ、従来より規模の小さいハードウェアにおいても、従来方式と同等の音像定位を実現することが可能である。また本発明は、制御スピーカを多数配置する音像定位装置において、1つのIIR フィルタ手段に複数の演算手段を縦列及び並列接続する構成をとることにより、従来と同等の音像定位を実現することが可能である。さらに、従来方式、及び従来方式に本発明を用いた場合より更にハードウェアの縮小を図ることが可能である。

#### 【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の第1、第2の実施例における音像定位装置のブロック図

【図2】本発明の第1の実施例のフィルタ部に係わる構成図

【図3】本発明のIIR フィルタ手段の構成を示すブロック図

【図4】本発明のフィルタ部の目標特性例を示す周波数特性図

【図5】本発明のIIR フィルタ手段の一例における周波数特性図

【図 6】本発明の演算手段の構成を示すブロック図

【図 7】本発明の演算手段の一例における周波数特性図

【図 8】従来の演算手段のインパルス特性図

【図 9】本発明の演算手段のインパルス特性図

【図 10】本発明の第 1 の実施例のフィルタ部の一例における周波数特性図

【図 11】本発明の第 2 の実施例のフィルタ部に係わる構成図

【図 12】本発明の第 2 の実施例の IIR フィルタ手段の一例における周波数特性図

【図 13】本発明の第 2 の実施例の演算手段の一例における周波数特性図

【図 14】本発明の第 2 の実施例のフィルタ部の一例における周波数特性図

【図 15】本発明の第 3 の実施例におけるの音像定位装置のブロック図

【図 16】本発明の第 3 の実施例のフィルタ部に係わる構成図

【図 17】本発明の第 3、第 4 の実施例のフィルタ部の目標特性例を示す周波数特性図

【図 18】本発明の第 3 の実施例の IIR フィルタ手段の一例における周波数特性図

【図 19】本発明の第 3 の実施例のフィルタ部に係わる図

【図 20】本発明の第 3 の実施例の演算手段の一例における周波数特性図

【図 21】本発明の第 3 の実施例のフィルタ部の一例における周波数特性図

【図 22】本発明の第 4 の実施例の音像定位装置のブロック図

【図 23】本発明の第 4 の実施例の音像定位装置を、従来方式によるフィルタ部で構成した場合のフィルタ部に係わるブロック図

【図 24】本発明の第 4 の実施例の音像定位装置を、従

来方式に（実施例 1）の構成を取り入れたフィルタ部で構成した場合のフィルタ部に係わるブロック図

【図 25】本発明の第 4 の実施例の音像定位装置のフィルタ部に係わるブロック図

【図 26】本発明においてまとめることができる IIR フィルタ手段の判定基準を示す図

【図 27】従来の複数の音像を定位させる音像定位装置のフィルタ部に係わる構成図

【図 28】従来のフィルタ部に係わる構成図

10 【符号の説明】

1 入力信号  $S(t)$

2 A/D変換器

3-1、3-2 信号処理手段（フィルタ部）

4-1、4-2 D/A変換器

5-1、5-2 アンプ

6-1、6-2 制御スピーカ

7、7-1、7-2 虚音像

8 受聴者

11、11-1、11-2 IIR フィルタ手段

20 12、12-1、12-2、12-3、12-4、12-1a、12-2a、12-3a、12-4a 畳み込み演算手段

13 位置関係入力手段

14 係数コントローラ

15 係数メモリ

16 加算器

31、32、33、34 遅延器

35、36、37、38、39 乗算器

40 加算器

61、62、63、64 遅延器

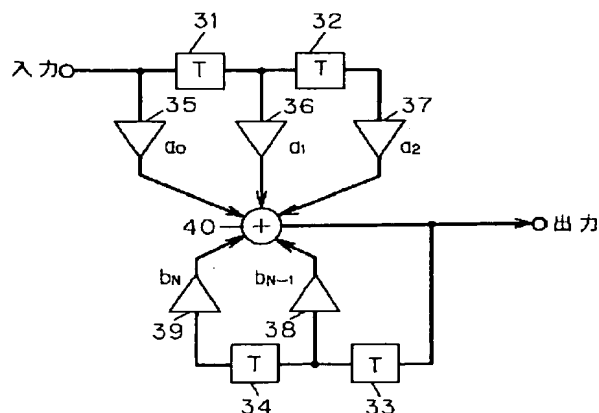
30 65、66、67、68 乗算器

69 加算器

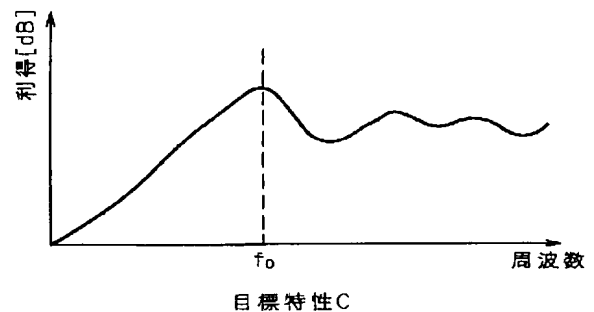
C、C1 フィルタ部目標特性

Cf、Cf1、Cf2 演算部周波数特性

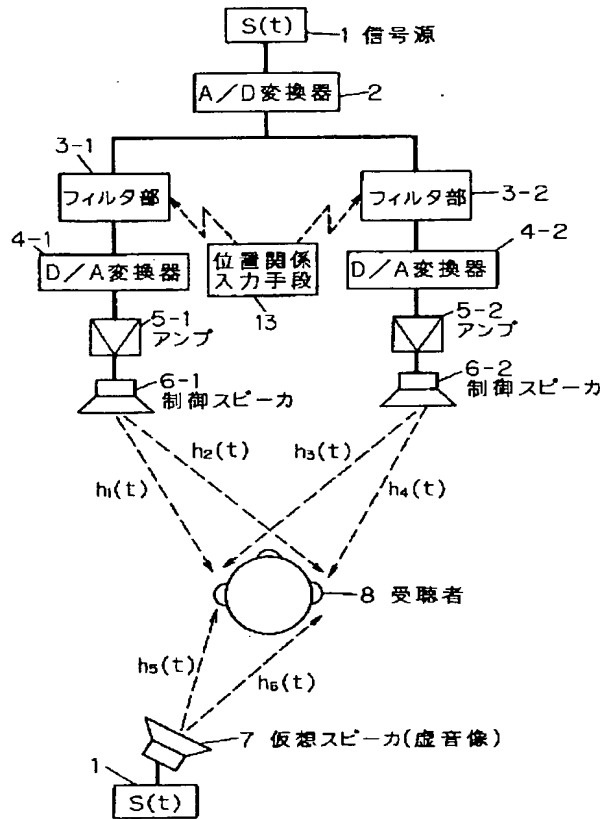
【図 3】



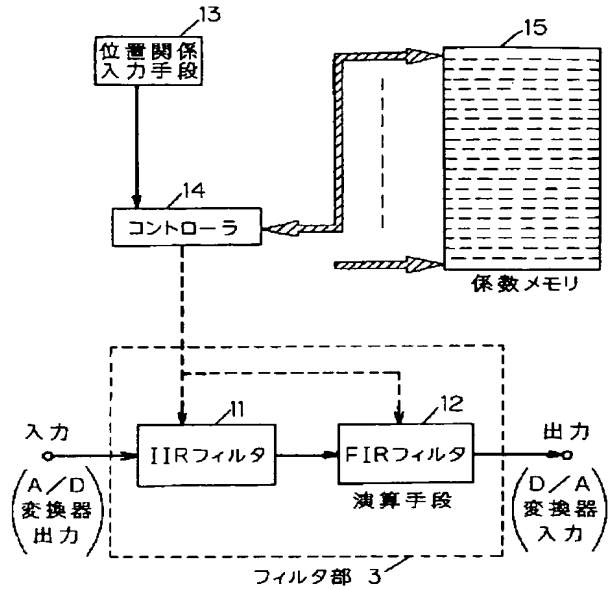
【図 4】



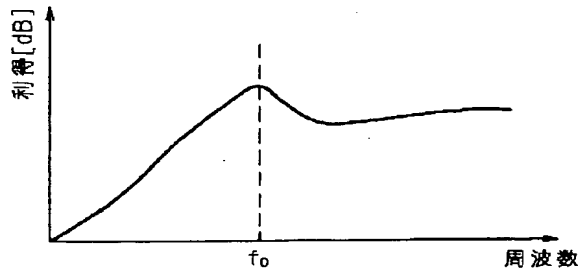
【図1】



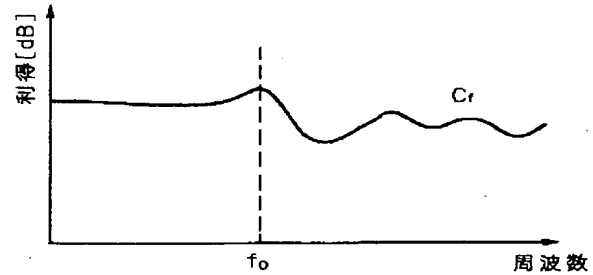
【図2】



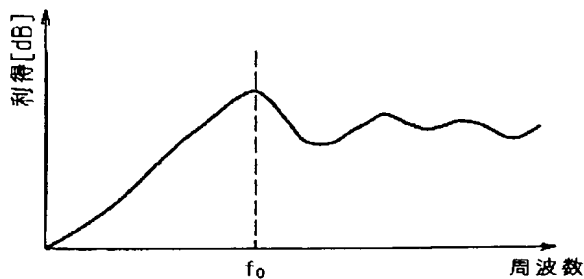
【図5】



【図7】

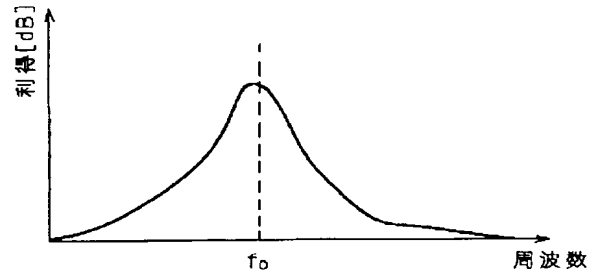


【図10】

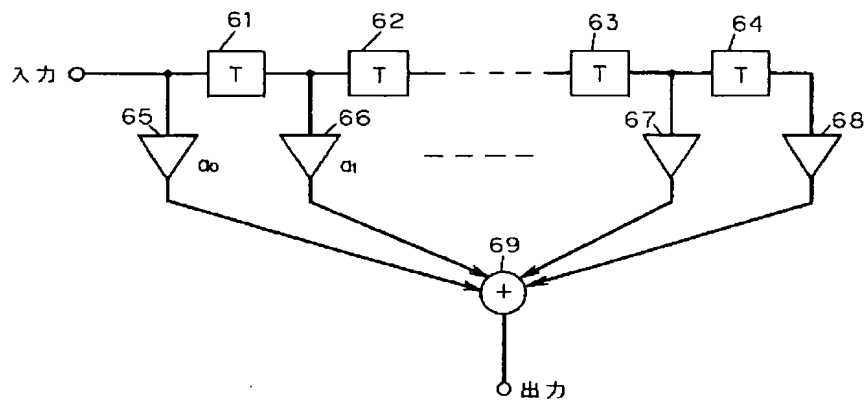


フィルタ部周波数特性

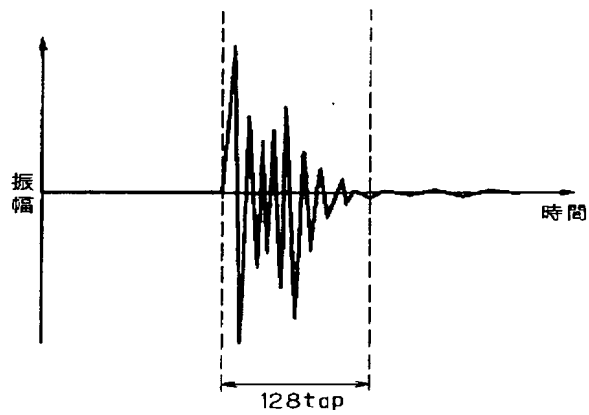
【図12】



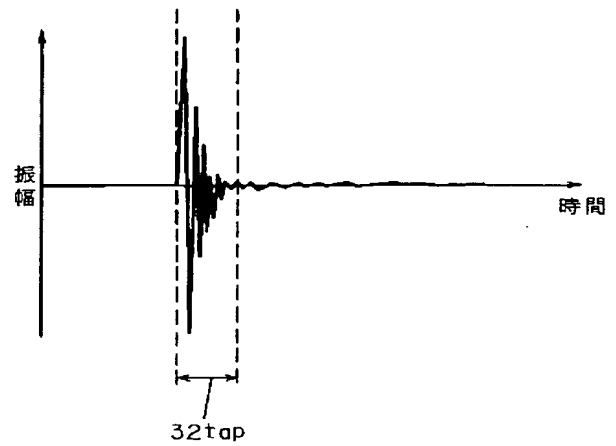
【図 6】



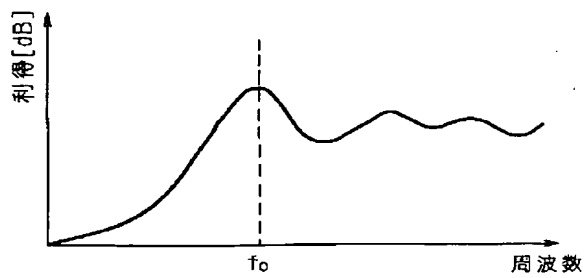
【図 8】



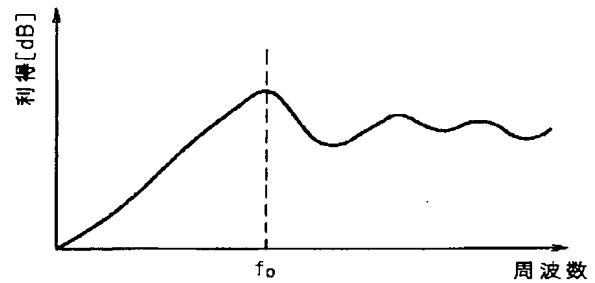
【図 9】



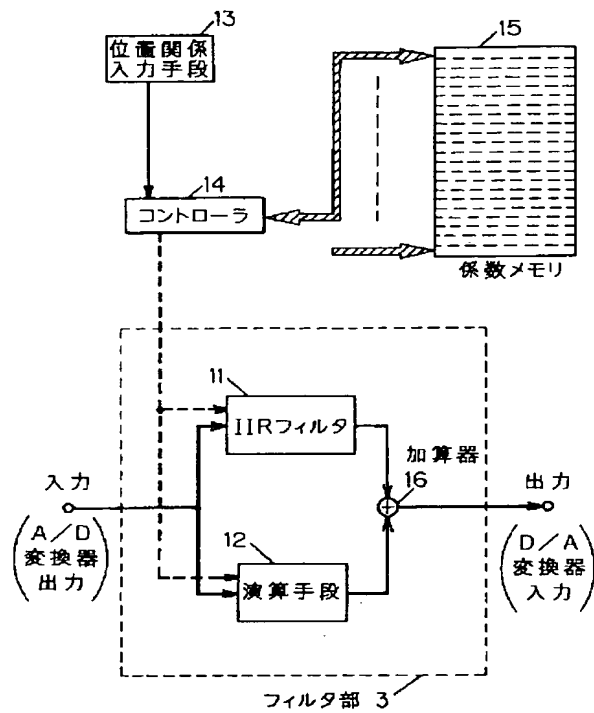
【図 13】



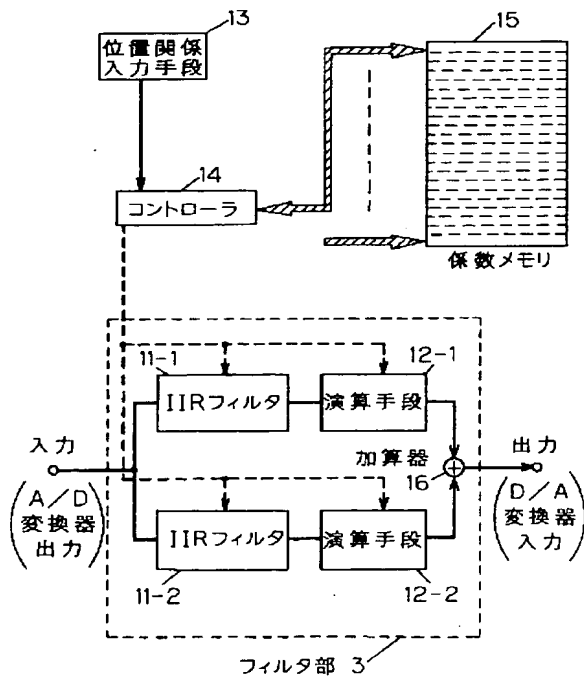
【図 14】



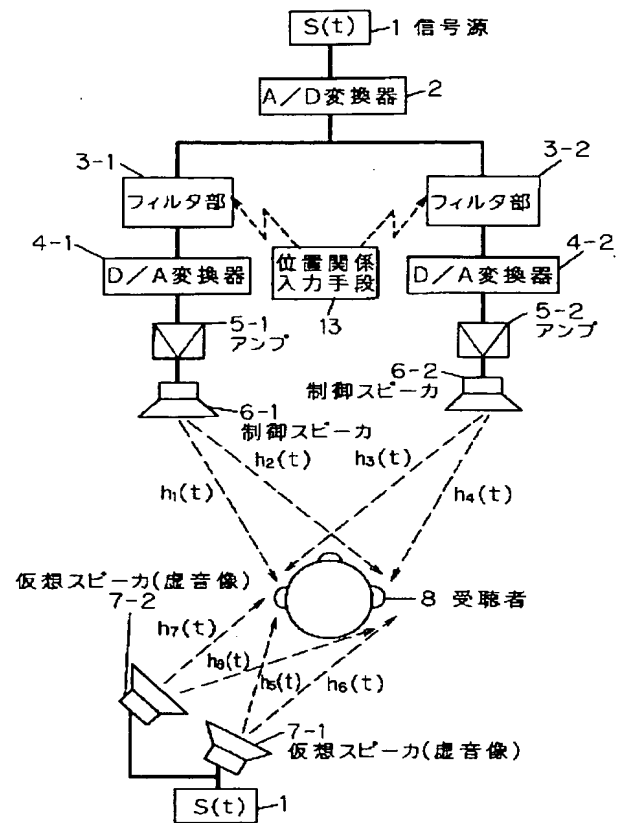
【図 11】



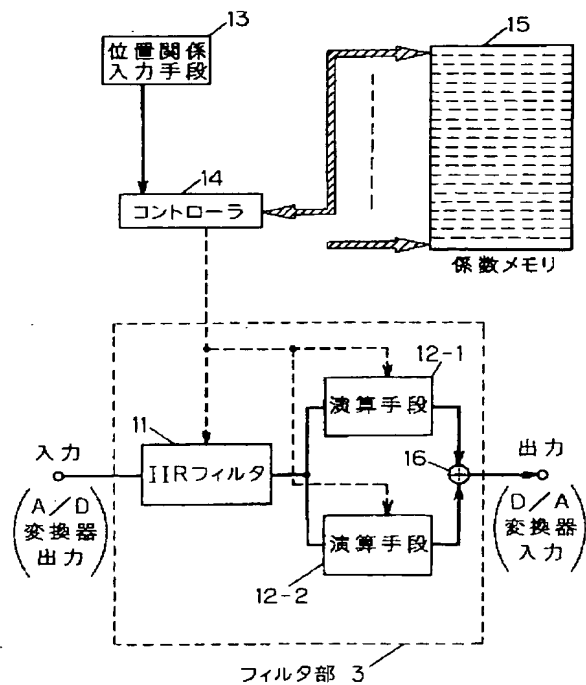
【図 16】



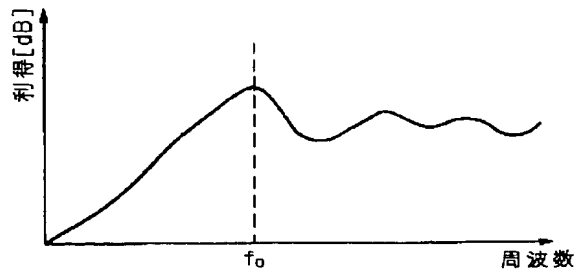
【図 15】



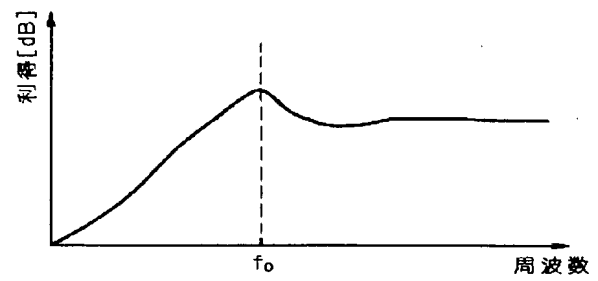
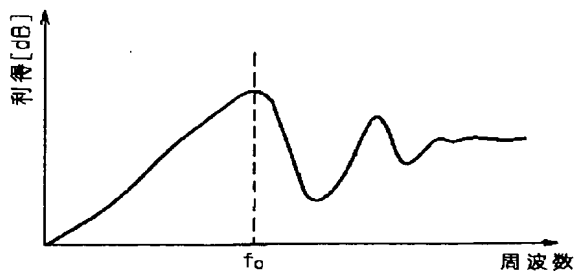
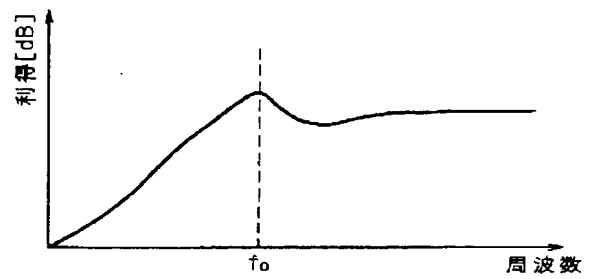
【図 19】



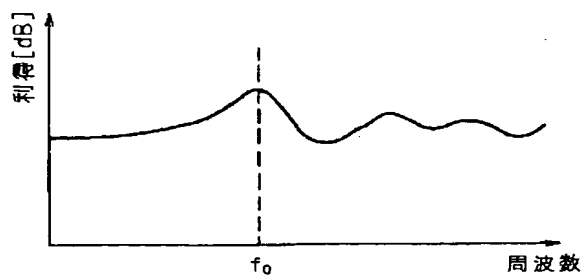
【図 17】

(a) 目標特性  $C_1$ 

【図 18】

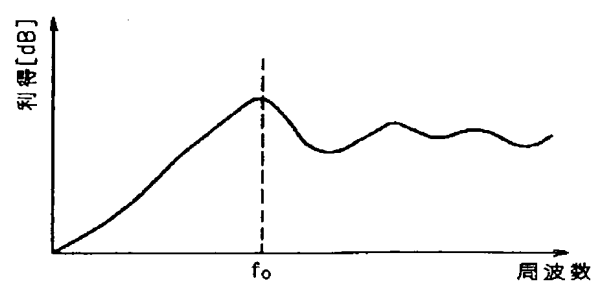
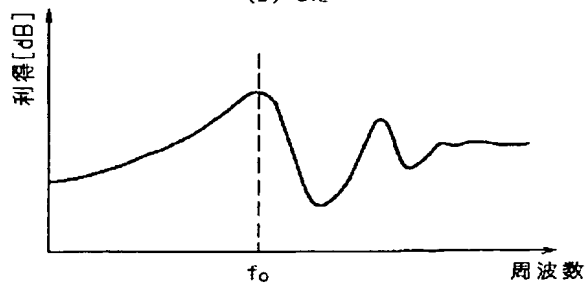
(a)  $C_{11}$ (b) 目標特性  $C_2$ (b)  $C_{12}$ 

【図 20】

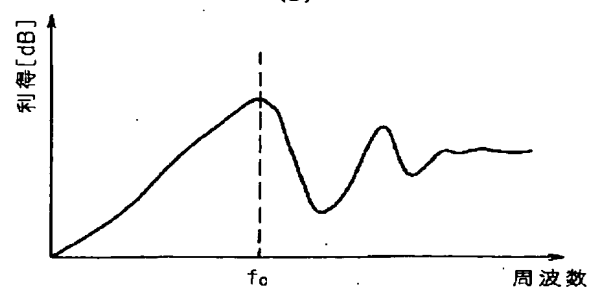
(a)  $C_{11}$ 

【図 21】

(a)

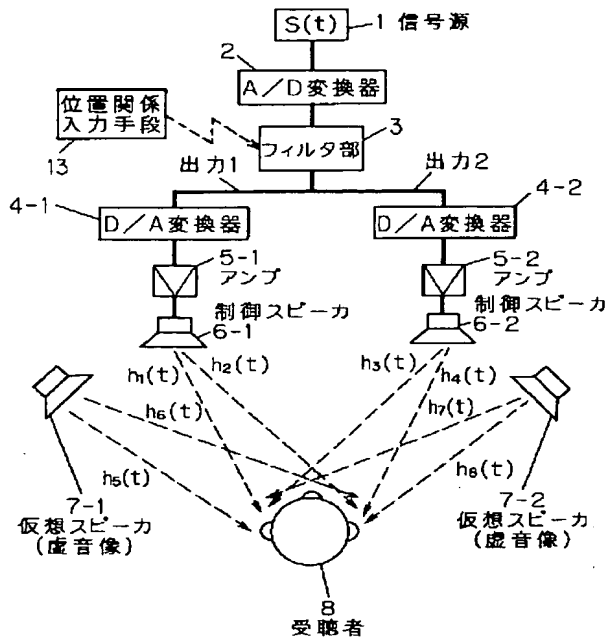
(b)  $C_{12}$ 

(b)

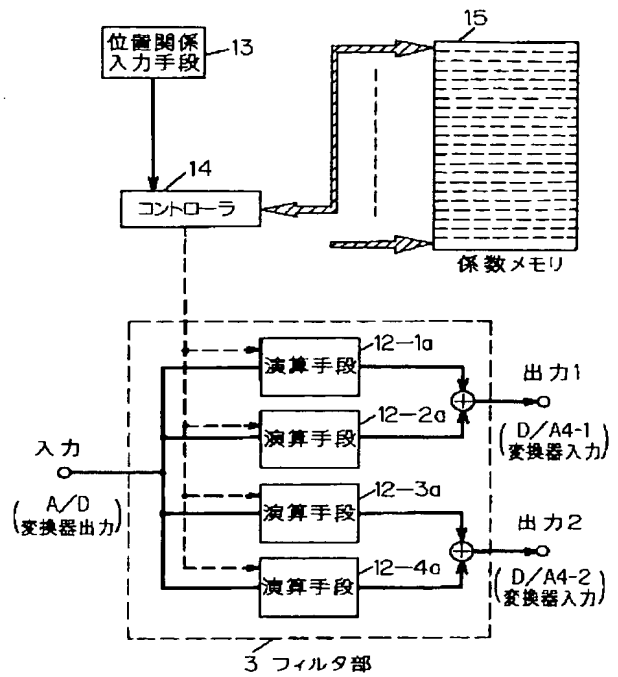




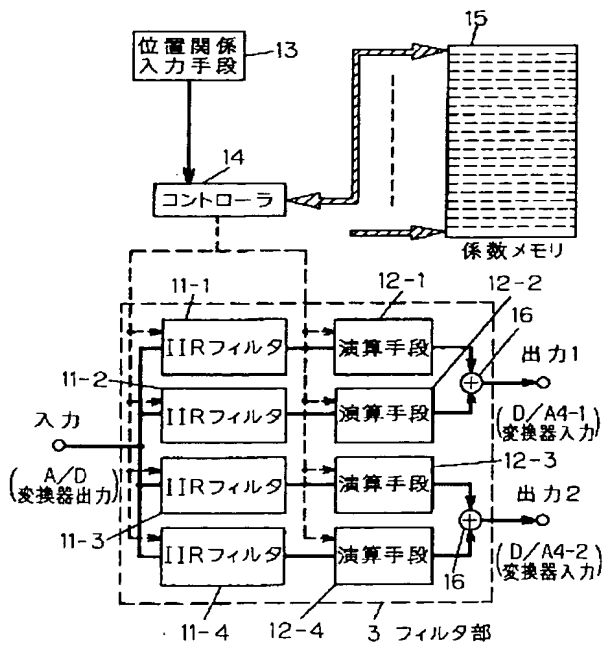
【図 2 2】



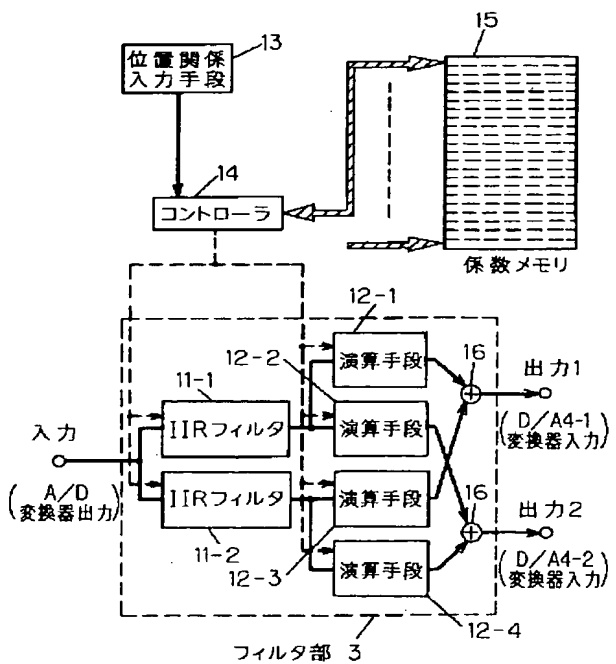
【図 2 3】



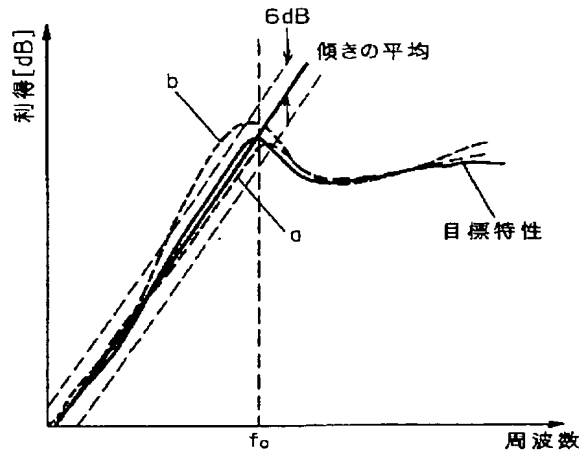
【図 2 4】



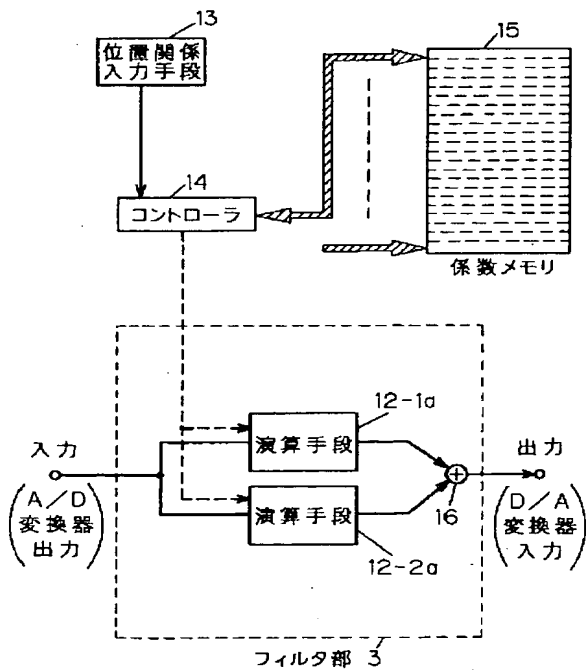
【図 2 5】



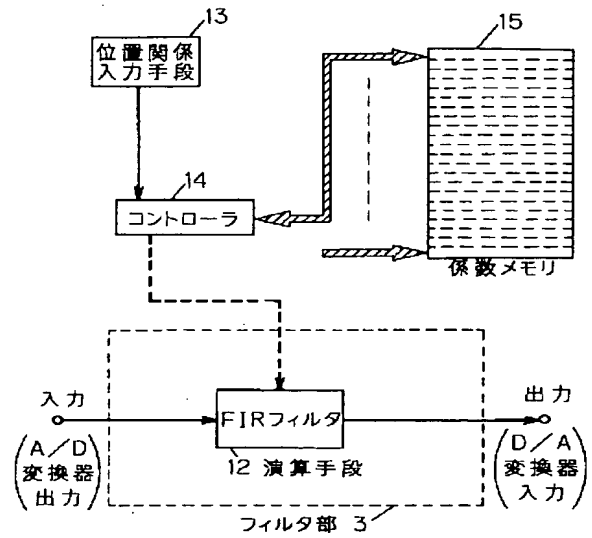
【図26】



【図28】



【図27】



フロントページの続き

(72)発明者 松本 正治  
大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器  
産業株式会社内

(72)発明者 小川 理子  
大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器  
産業株式会社内

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning  
Operations and is not part of the Official Record**

**BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

☐ **BLACK BORDERS**

☐ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**

☒ **FADED TEXT OR DRAWING**

☐ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**

☐ **SKEWED/SLANTED IMAGES**

☐ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**

☐ **GRAY SCALE DOCUMENTS**

☐ **LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**

☐ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**

☐ **OTHER:** \_\_\_\_\_

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.**